咬合挙上の運動効果に関する研究(3)
－咬合挙上による全身反応時間の短縮効果について－

山　北　賀　英[**]・前　田　剛　司[**]・福　味　廣　員[*]
藤　本　　和[***]・糸　川　嘉　則[***]

The study of the effects by bite-raising for sports ability

Yosihide Yamakita, Takesi Maeda, Hirokazu Fukumi
Kazusi Fujimoto, Yosinori Itokawa

The improving effect of bite-raising by custom-made mouthpiece to the whole body reaction time, which was produced by light and sonic wave stimuli, was studied. The occurrence of the time-shortening effect was observed within 10 minutes after bite-raising and also disappearance at the same period of time after its removing.

1．緒論

近年、咬合と身体運動機能との関係の解明に関心が高まっている。咬合機能のうちの咬合強化の一環としてマウスピース(以下MPと表示)を用いることが注目され、各種運動機能の向上効果について研究が為されている。即ち、正の効果を表すものとして、三角筋の等尺性筋力の向上(＊1)、腕立て伏せの回数や短距離競争のタイムの向上(＊2)、長距離走脚力・持久力の向上やリラックスゼーションの増進(＊3)、利き腕筋力の向上(＊4)、重心動揺度の減少(＊5)等が報告されている。一方、否定的な報告としては、MPの使用はプラセボ効果に過ぎないとするものや(＊6)、等速性全身運動筋力の向上は認めなかった(＊7)とするものがある。我々もMPによる咬合挙上により全身反応速度や大脳活動度性の向上を認め、それについて報告した(＊8)(＊9)。そこで本研究では、MPの全身反応速度の向上に及ぼす効果がどのように発現し消失するかについて、その挙動を明らかにし該効果の一部の実像解明をしようとした。全身反応時間の測定には、光および音刺激を用いる全身反応速度計(ヤガミ社製)を使用した。

2．目的

咬合挙上が、全身運動機能にどのような効果を与えるのかを明らかにすると同時に、そのメカニズムを明確にし、咬合挙上の応用効果について研究することである。今回は、実

＊＊応用理化学専攻大学院生　＊環境・生命未来工学科　＊＊＊福井県立大学看護福祉学部

際にマウスピースを製作して、全身反応時間を検討の指標とし、咬合挙上による反応時間短縮効果の発現と消失の姿を把握しようとした。

３．実験方法

３．１　被験者

被験者は、本学の自覚的・他覚的に異常を認めない健常な学生(２２歳)　六名であった。咬合挙上量を５mm に調整した MP を使用した。

３．２　MP の制作方法

（１）歯科用アルジネート印象材アルグレス（陸化学工業社製）１７．０ｇと水４０ｍｌを混和させ、市販の生体機能トレート TORIKIRI（サポート社製）を使用し印象採得を行なった。口腔内保持時間は１分３０秒から２分間とした。印象採得後直ちに模型の製作を行った。

（２）超精密模型用硬石膏（陸化学工業社製）を用いて作業模型を製作した。混水量は粉末１００ｇに対して水２４ｍｌを混和させた。練和時間は３０～６０秒間むらなく均一練和し、採得印象に注入し、４０～６０分後に模型を取り出した。

（３）臼歯部の咬合支持部に常温即時重合性レジン（ユニファストⅡ：GC 社製)を用い、筆積法により MP の咬合部を製作、両着をコバルトクロム合金で接続した。合金長は各被験者の下顎に合わせた。

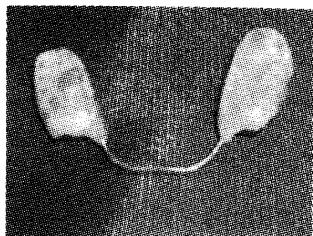



写真１　実験に使用した MP

３．３　MP の馴化について

MP への馴化は、１日目から３日目までは１日あたり２時間、４日目以降は１日あたり４時間 MP を装着させた。装着開始から１時間後に装着状態の再検査を行った。再検査の際に、全被験者が MP に馴化していることを確認した。

３．４　全身反応時間の測定方法

本学に設置されている全身反応速度計(ヤガミ社製)を使用した。この装置は、刺激が与えられてから反応が生起するまでの時間を測定するものである。刺激種として光刺激（赤・青・黄色光）と音刺激(100Hz・500Hz・1kHz)の２種類の刺激を用いた。測定は本装置の取扱説明書に従って、１刺激に対し３・5)項記載の条件下で 10 回繰り返した。

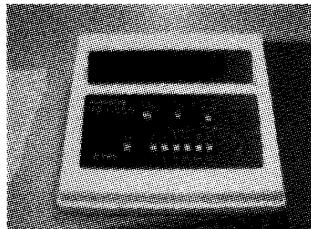
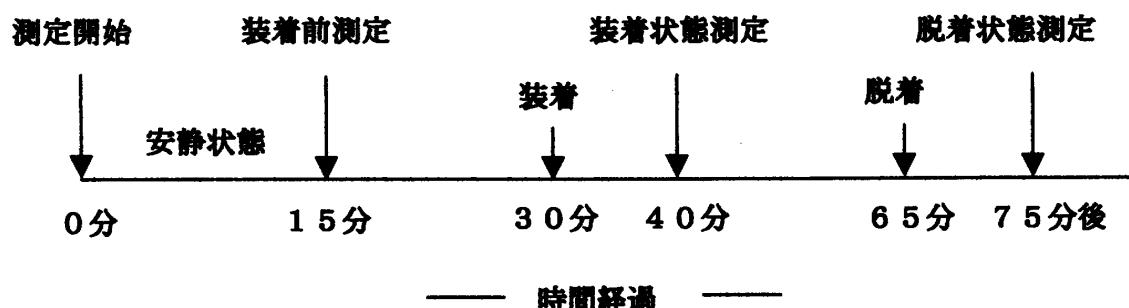



写真2　全身反応速度計

3．5　測定条件の設定

食後1時間経過後、15分間安静にしMP装着前の全身反応時間を測定、検討開始から30分後にMPを装着し、その10分後（検討開始時から40分後)にMP装着状態での全身反応時間を測定、その後15分後(検討開始時から65分後)にMPを脱着し、さらに10分後(検討開始時間から75分後)にMP脱着状態での全身反応時間を測定した。なお測定間隔は24時間あけ、週2回の測定を限度とした。測定時の室温は22℃に設定した。

4．実験結果：全身反応時間の測定

MP装着前と装着時および脱着後の光刺激・音刺激に対する各被験者別の全身反応時間の測定値を表１に示した。各々の値は、10回の繰り返してテストを一測定とし、さらに測定回数に応じた平均値として表示した。光刺激によるMP装着前の平均反応時間は0.339秒、MP装着時の平均反応時間は0.318秒、MP脱着後の平均反応時間は0.343秒であった。従ってMPを装着することにより0.021秒の反応時間短縮、また、MP脱着後には0.025秒の反応時間延長が見られた。得られた結果についてStudentのｔ検定を用いて有意差検定を行ったところ、MP装着前と装着時、装着時と脱着後、装着前と脱着後の各々の値は表２のようであった。

次に音刺激時における平均反応時間であるがMP装着前は0.359秒、MP装着時のそれは0.327秒、MP脱着後は0.351秒であった。従ってMP装着により0.032秒の反応時間短縮、また、MP脱着後には0.024秒の反応時間延長が見られた。得られた結果について同様にｔ検定を用いて有意差検定を行ったところ、MP装着前と装着時、装着時と脱着後、装着前と脱着後の値は表3のようであった。

これらの結果を表１、2、３と図１に示す。

表１　MP 装着前と装着時および脱着後の刺激別全身反応時間(秒、平均反応時間)

被験者	測定回数	光刺激			音刺激		
		MP 装着前	MP 装着時	MP 脱着後	MP 装着前	MP 装着時	MP 脱着後
A	n=3	0.313	0.298	0.310	0.337	0.315	0.312
B	n=4	0.371	0.343	0.371	0.387	0.350	0.369
C	n=3	0.337	0.309	0.344	0.353	0.303	0.363
D	n=5	0.340	0.316	0.342	0.359	0.323	0.348
E	n=4	0.328	0.310	0.329	0.351	0.325	0.343
F	n=4	0.342	0.333	0.360	0.369	0.347	0.368
平均値		0.339	0.318	0.343	0.359	0.327	0.351
標準偏差値		0.019	0.017	0.022	0.017	0.018	0.022

表２　光刺激時の各測定値間の有意差比較(t 検定値)

MP装着前-装着時	2×10^{-7}
MP装着時-脱着後	1×10^{-8}
MP装着前-脱着後	0.16

表３　音刺激時の各測定値間の有意差比較(t 検定値)

MP装着前-装着時	2×10^{-8}
MP装着時-脱着後	2×10^{-4}
MP装着前-脱着後	0.026

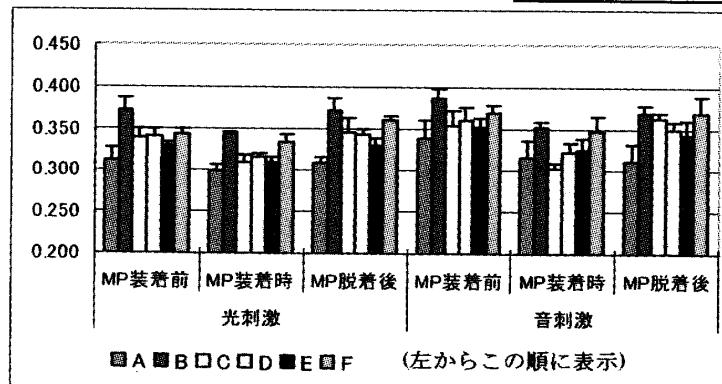



図１　MP 装着前と装着時及び脱着後の刺激別全身反応時間のグラフ

5．考察

5．１　MP の装着効果について

MP 装着前と装着時、装着時と脱着後、装着前と脱着後の光刺激・音刺激に対する各被験者別の短縮時間を表４に示した。光刺激による MP 装着前と装着時の短縮時間は－0.021 秒、装着時と脱着後は 0.025 秒の延長、装着前と脱着時の時間差は 0.004 秒であった。

これらの状態間差に対する表２に示した有意差検定結果から、光刺激時には MP 装着に

より全身反応時間は有意に短縮され、その脱着により該時間は有意に延長されるが、装着前と脱着後間の比較では時間差も短縮しｔ検定結果値も有意性(３%水準)を失うことからMP 装着効果は消失するものと考えられる。

音刺激による MP 装着前と装着時の短縮時間は－0.032 秒、装着時と脱着後は 0.023 秒の延長、装着前と脱着時の時間差は－0.00９秒であった。

これらの結果に対する表３の数値から、音刺激時も MP の装・脱着により有意な該時間短縮と延長が観察されたが、装着前と脱着後間の比較では３%水準での有意性が存在する結果であった。従って、光・音両刺激時ともに MP を装着することで全身反応時間は有意に短縮され、その脱着により該時間は有意に延長されることが示唆された。一方、装着前と脱着後間の時間差に対する有意性評価では両刺激間に差が見られ、この違いについては更なる検討が必要であると考えられる。

それらの結果を表２と図２および図３に示す。

表 4　MP 装着前と装着時および脱着後の刺激別全身反応時間の差(短縮および延長時間、短縮時間は負の値で、延長時間は正の値で表示した。)

被験者	測定回数	光刺激			音刺激		
		装着前-時	装着時-脱着後	装着前-脱着後	装着前-時	装着時-脱着後	装着前-脱着後
A	n=3	−0.015	0.013	−0.002	−0.022	−0.003	−0.025
B	n=4	−0.028	0.028	0.000	−0.036	0.019	−0.018
C	n=3	−0.029	0.035	0.007	−0.050	0.061	0.010
D	n=5	−0.024	0.026	0.001	−0.036	0.025	−0.011
E	n=4	−0.018	0.019	0.001	−0.025	0.018	−0.007
F	n=4	−0.009	0.027	0.018	−0.021	0.021	−0.001
平均値		−0.021	0.025	0.004	−0.032	0.023	−0.009
標準偏差値		0.008	0.008	0.007	0.011	0.021	0.012

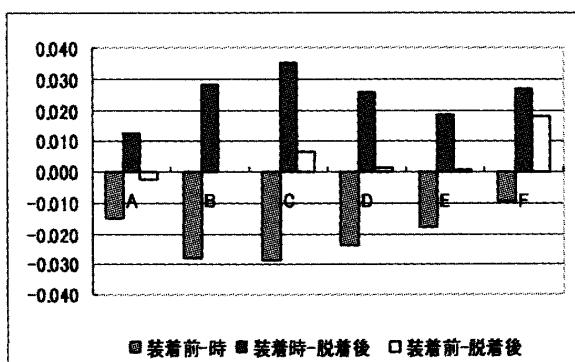



図２　光刺激時の被験者別の短縮および延長時間グラフ

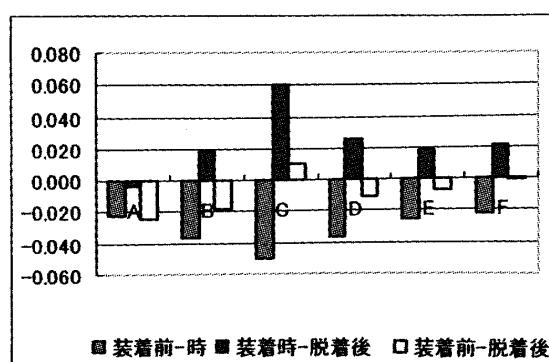



図３　音刺激時の被験者別の短縮および延長時間グラフ

5．2　MP 装着効果の発現と消失時期について

MP 装着による該効果の発現と脱着による消失について、まず全体的傾向を検討すべく前記 3－5)項に記載した時間経過に従った各被験者別の測定時間(平均値)を図 4 に示した。

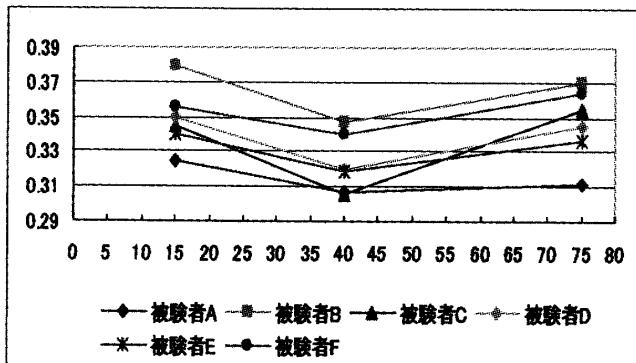



図４　MP 装着時と脱着後の全身反応時間被験者別グラフ－光・音刺激合算平均値

MP 装着前の測定値 0.349 秒(測定を開始してから 15 分間の安静後の値)と装着時のもの 0.323 秒(測定開始後 40 分時点のもの、MP 装着は 10 分間)との間には－0.026 秒の全身反応時間短縮があり、この結果に対する有意差評価の t 検定結果は 1×10^{-13}であるので、10 分間の MP 装着は全被験者にこの時間短縮効果をもたらしたと言える。このことは該効果は MP 装着後 10 分以内に発現することを示唆していると考えられる。

被験者 A を除く 6 名中 5 名については、MP 装着時測定値 0.326 秒と脱着後(測定開始から 65 分後)10 分間安静にした後の脱着時測定値 0.354 秒(同 75 分後)との間の該時間差は 0.028 秒でこの結果に対する t 検定値は 1×10^{-10}であるので、このことは MP 脱着後 10 分後には該効果は消失していることを示唆していると考えられる。該効果が消失した後の状態については、MP 装着前と脱着後の各反応時間差は±0 秒でありこの結果に対する t 検定値は 0.99 であることから、このことは該効果消失後は各被験者は装着前の状態に戻ったことを示唆していると考えられる。

被験者 A については MP 装着後の延長時間は 0.005 秒で、これに対する t 検定値も 0.447 で有意差がみられなかったことから、この者では該効果がなお継続しているのか、また何か他の原因が存在するのかは更に検討を要すると考えられる。

つぎに光刺激、音刺激の刺激種別に分けて該効果の発現と消失について考察する。光・音両刺激時の 3－5)項記載の時間経過に従った被験者別の各測定時間は表 1 のようであるが、これを各々グラフ化すると図５、図６のようになる。

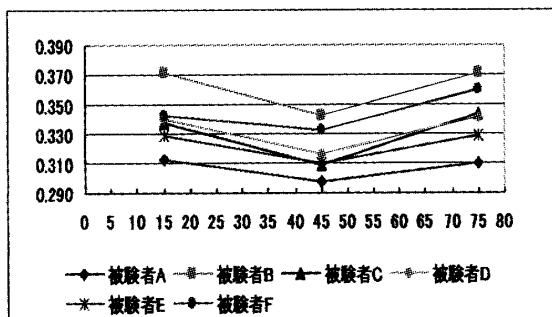



図５　光刺激時の被験者別全身反応時間 - 該効果の発現と消失

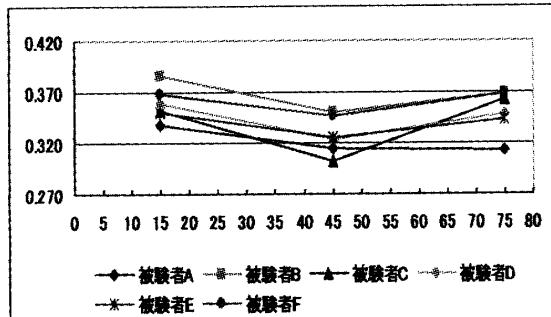



図６　音刺激時の被験者別全身反応時間 - 該効果の発現と消失

光刺激時には各時間経過での測定時間差に対する有意差評価の t 検定値は表３のようであるので、このことからMP装着10分後には全被験者に該効果が有意に発現していて、脱着10分後には消失していると考えられる。しかも脱着後の測定値は装着前の値と有意差がないレベルにまで戻っている。一方、音刺激の場合は表４に記された各時間差に対する t 検定値から、MP装着10分後には全被験者に該効果が有意に発現していることがみられる。しかし脱着10分後の時点では、装着前と脱着後の全身反応時間差に対する t 検定値は0.026で3%以内の有意差が存在していることになるので、被験者全員では該効果の消失度合は装着前の水準に戻っていないことになる。そこで消失度合(即ち戻りの水準)について被験者別に検討すると、B.C.D.E.F の５名については当該時間差は－0.018、0.01、－0.011、－0.007、－0.001 秒で t 検定値も 0.16 で装着前のレベルに戻っていることになるが、Aについては該時間差は－0.025 秒、t 検定値は 0.047 で未だ装着前のレベルには戻っていないと考えられる。

この原因の解明については更に検討する必要があると考えられる。

５．３　刺激種の違いに基づく測定数値間差の有無の確認

表１に記載されている被験者別の各時間経過に於いて測定された全身反応時間に、光刺激時は光源種による、音刺激時は周波数の違いによる差異発生の有無について検討したが、その様な問題は発生しなかった。

６．まとめ

1）健常な男子学生６名を被験者として、光・音刺激に対応する全身反応時間はMP装着により有意に短縮され、この短縮効果はMP装着後10分以内に全員に発現した。

2）該効果の消失は、光刺激時にはMP脱着後10分以内に全員に観察されたが、音刺激時には６名中５名では、この時間内での消失は認められたが、１名についてはこれが認められなかった。

3）これらの相違の原因解明については今後更なる検討を要する。

参考文献

1）Simith, S.D.,:Muscular Strength Correlated to Jaw Posture and the Temporomandibular Joint.NY State Dent.J.,44:278-285,1978

2）Schwartz,et al.,:The athlete's mouthpiece.Am.J.Sports Med.,8:357-359,1980

3）Garabee,W.F.Jr.,:Craniomandibular Orthopedics and Athletic Performance in the Long Distance Runner:A Three Year Study.Basal Facts,4:77-81,1981

4）Williams,et al.,:The effect of a mandibular position on ap pendage muscle strength.J.Prosthet.Dent.,49:560-579,1981

5）佐藤武司:顎口腔系の状態と全身状態との関連に関する研究　垂直的顎間関係の挙上が姿勢、とくに重心動揺および抗重力筋に及ぼす影響，補綴誌，35:574 - 587,1981

6）Greenberg,et al.,:Mandibular position and upper body strength:A controlled clinical trial.JADA.,103:576-579,1981

7）Yates,et al.,Effect of a mandibular orthopedic repositioning appliance on muscular strength.JADA,108:331-333,1984

8）前田剛司，福味廣員:咬合挙上が全身反応時間および大脳活動性に及ぼす影響に関する研究，第12回　日本スポーツ歯科医学会学術大会抄録集、36項(2001)

9）前田剛司，福味廣員:咬合挙上の運動効果に関する研究(2)－咬合挙上と大脳活動の関係についての研究－福井工業大学研究紀要　33、261～266(2003)

謝辞　本研究の実施に際しご支援を賜りました(財)長寿科学振興財団　理事長　大谷藤朗先生に厚く御礼申し上げます。

(平成15年12月4日受理)